

PUBLICATION NUMBER : 08203546  
PUBLICATION DATE : 09-08-96

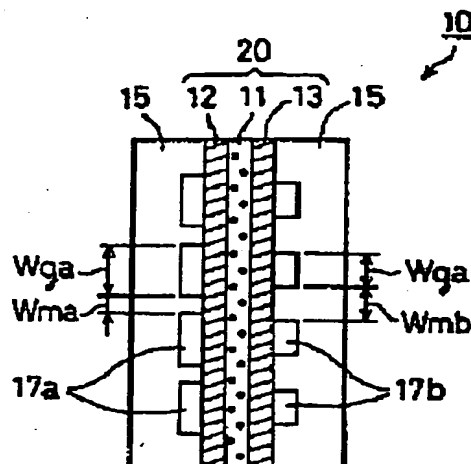
APPLICATION DATE : 26-01-95  
APPLICATION NUMBER : 07031343

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : MIZUNO SEIJI;

INT.CL. : H01M 8/02

TITLE : MANUFACTURE OF FUEL CELL AND  
FLOW PATH FORMATION MEMBER  
USED FOR IT



ABSTRACT : PURPOSE: To improve output voltage of a fuel cell in a high current density range so as to improve energy efficiency of a whole system.

CONSTITUTION: A flow path for gas is formed between ribs and the surface of a gas diffusion electrode by forming a plurality of linear ribs in a current collecting body 15 of a fuel cell 10. One side of the current collecting body 15, which contacts with a cathode 12, forms an oxygen containing gas flow path 17a with the surface of the cathode 12 and the other side of the current collecting body 15, which contacts with an anode 13, forms a hydrogen containing gas flow path 17b with the anode 13. The crown width Wma of the oxygen containing gas flow path 17a is formed narrower than the crown width Wmb of the hydrogen containing gas flow path 17b. Such constitution can narrow the width of the crown part which is inferior in gas diffusion performance in the oxygen containing gas flow path 17a. Gas diffusion performance in the side of the oxygen containing gas flow path 17a is thus improved more than that of the hydrogen containing gas flow path 17b.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-203546

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

R  
Y

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平7-31343

(22)出願日

平成7年(1995)1月26日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 水野 誠司

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

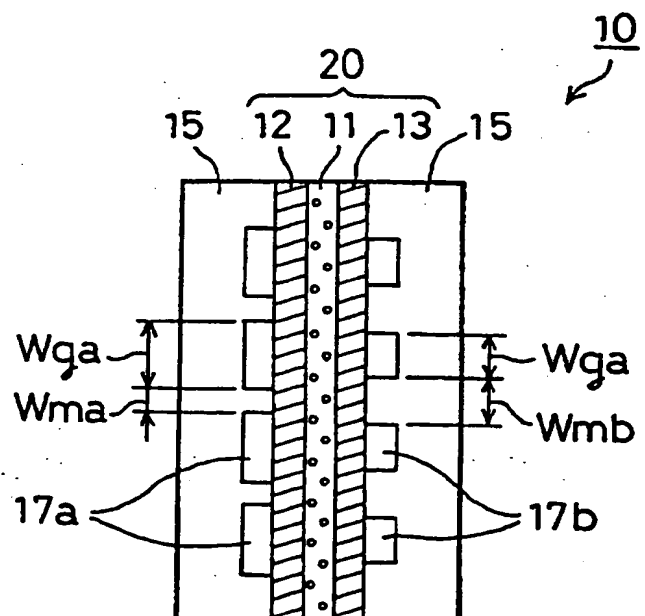
(74)代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 燃料電池およびそれに用いられる流路形成部材の製造方法

(57)【要約】

【目的】 高電流密度領域での燃料電池の出力電圧の向上を図り、ひいては、システム全体のエネルギー効率の向上を図る。

【構成】 燃料電池10の集電体15は、直線状のリブを複数形成することにより、リブとガス拡散電極の表面とでガスの流路を形成する。カソード12に接触する側の集電体15は、カソード12の表面とで酸素含有ガス流路17aを形成し、一方、アノード13に接触する側の集電体15は、アノード13の表面とで水素含有ガス流路17bを形成する。そして、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaは、水素含有ガス流路17bの山幅Wmbよりも狭くなるように構成されている。こうした構成により、酸素含有ガス流路17aにおいてガス拡散性の悪い山部の幅を狭くすることができる。このため、水素含有ガス流路17b側よりも酸素含有ガス流路17a側でのガス拡散性を高めることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を2つの電極で挟持する接合体と、

該接合体に接触し水素含有ガスの流路と酸素含有ガスの流路とを形成する流路形成部材とを備えた燃料電池において、

前記流路形成部材に形成される前記酸素含有ガスの流路の山幅を、前記流路形成部材に形成される前記水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くしたことを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 請求項1記載の燃料電池であって、前記水素含有ガスの流路および酸素含有ガスの流路を、複数の凸状部材の配列によりそれぞれ形成した燃料電池。

【請求項3】 電解質膜を水素極および酸素極により挟持する複数の接合体と、

該接合体と接合体との間に設けられ、一方側の接合体の前記水素極と接触し水素含有ガスの流路を形成し、他方側の接合体の前記酸素極と接触し酸素含有ガスの流路を形成する流路形成部材とを備えた燃料電池において、

前記流路形成部材に形成される前記酸素含有ガスの流路の山幅を、前記流路形成部材に形成される前記水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くするとともに、

前記両流路の内の一方側の谷部に他方側の山部が互いに内在するように、前記両流路を配置した構成であることを特徴とする燃料電池。

【請求項4】 請求項3記載の燃料電池に用いられる流路形成部材を製造する方法であって、

複数の溝を備えた第1の型材と、該第1の型材の溝山に相対的に溝谷が位置する複数の溝を備えた第2の型材とにより流路形成部材材料を加圧圧縮する工程を備えたことを特徴とする流路形成部材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、流路形成部材に形成した流路からガス拡散電極にガスを供給して、そのガスの化学反応から起電力を得る燃料電池と、その燃料電池に用いられる流路形成部材の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、燃料の有しているエネルギーを直接電氣的エネルギーに変換する装置として燃料電池が知られている。例えば、固体高分子型の燃料電池では、加湿状態でイオン導電性を示す電解質膜に、触媒反応層とガス拡散層からなる電極を一对、圧着するとともに、一方の電極の表面に水素等の燃料ガスを接触させ、また他方の電極の表面に酸素を含有する酸素含有ガスを接触させ、このとき起こる電気化学反応を利用して、電極間から電気エネルギーを取り出すようにしている。こうして、燃料電池は、燃料ガスと酸素含有ガスが供給されている限り一定の起電力が得られる。

【0003】ところで、この燃料電池では、実際に得られる電圧は、電流を引くことにより、分極現象で低下する。分極現象としては、電解質膜のイオン伝導抵抗や接触抵抗等による抵抗分極、触媒活性に起因する活性化分極、および反応ガスの拡散律速に伴う濃度分極があり、電池性能を向上する上で、これらの分極を小さくすることが重要となる。

【0004】一方、前述した燃料電池では、電極表面への燃料ガスや酸素含有ガスの供給を、これらガスの流路と集電極とを兼ねる集電体と呼ばれる部材で行なっている。この集電体としては、電極に接触する側の表面にストレートの流路溝を複数備えたものが一般的であり、燃料極側に設けられる集電体と酸素極側に設けられる集電体とは、同じ形状、流路幅およびピッチ幅（流路と流路との間の距離）の流路溝が設けられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、酸素含有ガスである空気は燃料ガスである水素より拡散性が劣ることから、前述した、集電体の流路溝を酸素極側と水素極側とで同一とする従来の構成では、高電流密度領域において、酸素極側で酸素含有ガスの拡散が乏しくなると、濃度分極が大きくなり、燃料電池の出力電圧が低下してしまうといった問題が生じた。

【0006】また、低下した燃料電池の出力電圧を復帰させるには、負荷に応じた理論ガス流量より実ガス流量を大きくしたり、ガス圧を高くしたりする必要があり、そのための駆動エネルギーが必要となり、システム全体のエネルギー効率が悪化するといった副次的な問題も生じた。

【0007】この発明の燃料電池は、こうした問題に鑑みてなされたもので、高電流密度領域での燃料電池の出力電圧の向上を図り、ひいては、システム全体のエネルギー効率の向上を図ることを目的としている。この発明の流路形成部材の製造方法は、燃料電池に用いられる流路形成部材を製造することで、高電流密度領域での燃料電池の出力電圧の向上を図り、ひいては、システム全体のエネルギー効率の向上を図ることを目的としている。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成すべく、前記課題を解決するための手段として、以下に示す構成をとった。

【0009】即ち、本発明の請求項1記載の燃料電池は、電解質膜を2つの電極で挟持する接合体と、該接合体に接触し水素含有ガスの流路と酸素含有ガスの流路とを形成する流路形成部材とを備えた燃料電池において、前記流路形成部材に形成される前記酸素含有ガスの流路の山幅を、前記流路形成部材に形成される前記水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くしたことを特徴としている。

【0010】こうした構成の燃料電池において、前記水

素含有ガスの流路および酸素含有ガスの流路を、複数の凸状部材の配列によりそれぞれ形成した構成としてもよい（請求項2記載のもの）。

【0011】本発明の請求項3記載の燃料電池は、電解質膜を水素極および酸素極により挟持する複数の接合体と、該接合体と接合体との間に設けられ、一方側の接合体の前記水素極と接触し水素含有ガスの流路を形成し、他方側の接合体の前記酸素極と接触し酸素含有ガスの流路を形成する流路形成部材とを備えた燃料電池において、前記流路形成部材に形成される前記酸素含有ガスの流路の山幅を、前記流路形成部材に形成される前記水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くするとともに、前記両流路の内の一方側の谷部に他方側の山部が互いに内在するように、前記両流路を配置した構成であることを特徴としている。

【0012】本発明の請求項4記載の製造方法は、請求項3記載の燃料電池に用いられる流路形成部材を製造する方法であって、複数の溝を備えた第1の型材と、該第1の型材の溝山に相対的に溝谷が位置する複数の溝を備えた第2の型材とにより流路形成部材材料を加圧圧縮する工程を備えたことを特徴としている。

【0013】

【作用】以上のように構成された請求項1記載の燃料電池によれば、流路形成部材に形成される酸素含有ガスの流路の山幅が、流路形成部材に形成される水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くなっていることから、酸素含有ガスの流路においてガス拡散性の悪い箇所（山部）の幅が狭くなる。このため、水素含有ガスの流路側よりも酸素含有ガス側でのガスの拡散性を高めることができる。これにより、高電流密度領域において、酸素含有ガスの拡散の悪化を解消するように働く。

【0014】請求項2記載の燃料電池によれば、ガスの流路が複数の凸状部材の配列により形成されていることから、ガスの流れをストレート溝のように所定の一方だけでなく、格子状に他方向に流すことが可能となる。このため、電極面とのガスの接触面積を高めるとともに、電極で発生した生成水等の排出を容易化する。

【0015】請求項3記載の燃料電池によれば、流路形成部材に形成される酸素含有ガスの流路の山幅が、流路形成部材に形成される水素含有ガスの流路の山幅よりも狭くなっていることから、請求項1と同様に、高電流密度領域において、酸素含有ガスの拡散の悪化を解消するように働く。さらに、酸素含有ガスおよび水素含有ガスの両流路の内の一方側の谷部に他方側の山部が互いに内在するように、両流路が配置されていることから、流路形成部材の厚さを薄くする。

【0016】請求項4記載の流路形成部材の製造方法によれば、一对の第1および第2の型材により流路形成部材材料を加圧圧縮することにより、それら型材の溝谷への流路形成部材材料の流動性を向上して、流路形成部材

を充填性の高いものとする。

【0017】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。

【0018】図1は、第1実施例としての燃料電池10の単一セルを示す構造図である。図2は、その単一セルの正面図である。燃料電池10は固体高分子型の燃料電池であり、図1に示すように、単一のセルとして、電解質膜11と、この電解質膜11を両側から挟んでサンドイッチ構造とするガス拡散電極としてのカソード12およびアノード13と、このサンドイッチ構造（接合体）20を両側から挟みつつカソード12およびアノード13とで酸素含有ガスおよび水素含有ガスの流路を形成する流路形成部材としての集電体15とにより構成されている。

【0019】電解質膜11は、高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成された厚さ50[μm]ないし200[μm]のイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気導性を示す。ここでは、米国E. I. デュポン社製の商標名ナフィオン(Nafion) 115を使用する。カソード12およびアノード13は、表面をポリ四フッ化エチレンでコーティングした炭素繊維と何等処理されていない炭素繊維とを1対1の割合とした糸で織成したカーボンクロスにより形成されている。カソード12およびアノード13は、ポリ四フッ化エチレンが撥水性を呈するから、その表面が水で覆われてガスの透過を阻害することはない。このカーボンクロスの電解質膜11側の表面および隙間には、白金または白金と他の金属からなる合金等を担持したカーボン粉が練り込まれて触媒反応層が形成されている。

【0020】詳しくは、白金を担持したカーボン粉として、カーボン粉の重量に対して白金の重量が40[%]（重量%）となるものが用いられており、この白金担持カーボン粉を白金0.4[mg/cm<sup>2</sup>]となる量に対して、フッ素系陽イオン交換樹脂溶液（ナフィオンの固形分5[%]）を樹脂固形分が50[%]相当となる量を添加混合することにより触媒反応層が形成されている。

【0021】電解質膜11とカソード12およびアノード13とは、両電極12、13が電解質膜11を挟んでサンドイッチ構造とした状態で、100℃ないし160℃好ましくは110℃ないし130℃の温度で、1MPa{10.2kgf/cm<sup>2</sup>}ないし20MPa{102kgf/cm<sup>2</sup>}好ましくは5MPa{51kgf/cm<sup>2</sup>}ないし10MPa{102kgf/cm<sup>2</sup>}の圧力を作用させて接合するホットプレス法により接合されている。

【0022】集電体15は、ち密質のカーボンプレートにより形成されている。集電体15には、複数のリブが形成されており、このリブとガス拡散電極との表面とで

断面矩形でストレートのガス流路17を形成する。カソード12に接触する側の集電体15は、カソード12の表面とで酸素含有ガスの流路をなすと共にカソード12で生成する水の集水路をなす酸素含有ガス流路17aを形成し、一方、アノード13に接触する側の集電体15は、アノード13の表面とで水素含有ガスである水素ガスと水蒸気との混合ガスの流路をなす水素含有ガス流路17bを形成する。なお、酸素含有ガス流路17aと水素含有ガス流路17bとは、その向きが平行となるように形成されており、しかも、図2に示すように、酸素含有ガス流路17aの山(リブの部分)幅Wmaが水素含有ガス流路17bの山幅Wmbよりも狭くなるように形成されている。

【0023】図3は、燃料電池10における酸素含有ガス流路17aと水素含有ガス流路17bとの相対的な位置関係を示す説明図である。この図において、ハッチング部分は、酸素含有ガス流路17aの山部のカソード表面との接合部分を示し、ハッチングのない部分(ハッチング部分を含む)は、水素含有ガス流路17bの山部のアノード表面との接合部分を示す。この図からも、酸素\*

カソード反応(酸素極):  $2H++2e-+(1/2)O_2 \rightarrow H_2O \dots (1)$

アノード反応(燃料極):  $H_2 \rightarrow 2H++2e- \dots (2)$

【0028】この電気化学反応は、酸素含有ガス流路17aを流れる酸素含有ガスがカソード12の触媒反応層へ拡散するとともに、水素含有ガス流路17bを流れる水素含有ガスがアノード13の触媒反応層へ拡散することにより連続してなされる。ここで、一般的な断面矩形のストレートのガス流路を用いて触媒反応層へのガス拡散性をアンモニアガス拡散法により評価したので、次に説明する。

【0029】アンモニアガス拡散法は、触媒反応層に替えてジアゾ感光紙をセルに組み付けて、アンモニア蒸気をガス流路に流すことによりアンモニアガスの拡散性を評価する方法である。ジアゾ感光紙にアンモニアガスが拡散すると、その拡散した領域は青く変色することから、この変色領域を測定することによりガス流路におけるアンモニアガスの拡散性を調べることができる。こうして評価した結果を図4に示した。図4に示すように、ガス流路M1の山部M2とガス拡散電極M3との圧着面はガスが拡散しにくく、山部M2の端部より0.2[mm]だけ内側の領域に限りガスの拡散が見られた。なお、このときのガス拡散層、触媒反応層および電解質膜の各厚さは、0.3[mm]、0.01[mm]、0.12[mm]とした。

【0030】この評価の結果、断面矩形のストレートのガス流路においては、ガス流路の谷部と山部の端部よりごくわずかに侵入した部分とにガスの拡散が見られるだけで、山部はほとんどガスの拡散は見られないことが判明した。

【0031】これまでに説明してきたこの第1実施例の

\*含有ガス流路17aと水素含有ガス流路17bとは、その向きが平行であり、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaは、水素含有ガス流路17bの山幅Wmbよりも狭くなっていることが分かる。

【0024】具体的には、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaは0.5[mm]、その谷幅Wgaは1.5[mm]であり、水素含有ガス流路17bの山幅Wmbは1.0[mm]、その谷幅Wgbは1.0[mm]である。こうした構成の集電体15と前記接合体20とは、接着剤によりシール接合されている。

【0025】以上説明した電解質膜11、カソード12、アノード13および集電体15が燃料電池10の単一セルの構成であり、実際には、集電体15、カソード12、電解質膜11、アノード13、集電体15をこの順に複数組、積層して燃料電池10は構成されている。

【0026】こうして構成された燃料電池10は、次式(1)および(2)に示した電気化学反応を行ない、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0027】

燃料電池10では、集電体15においてカソード12側の酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaをアノード13側の水素含有ガス流路17bの山幅Wmbよりも狭く構成していることから、酸素含有ガス流路17aにおいてガス拡散性の悪い山部の幅を狭くすることができる。このため、水素含有ガス流路17b側よりも酸素含有ガス流路17a側でのガス拡散性を高めることができる。これによりカソード12の実反応面積をアノード13の実反応面積よりも大きくすることができる。

【0032】一般に、酸素含有ガスは水素含有ガスより拡散性が劣ることから、ガス流路の山幅、溝幅をカソード側とアノード側とで同一とする従来の構成では、高電流密度領域において、カソード側で酸素含有ガスの拡散が乏しくなって、燃料電池の出力電圧が低下してしまうといった問題が生じた。これに対して、この第1実施例では、カソード12の実反応面積をアノード13の実反応面積よりも大きくすることができることから、高電流密度領域における出力電圧の低下を防止することができる。また、出力電圧の低下を防止することができることから、従来のように、理論ガス流量と実ガス流量との比(ストイキ比)を大きくしたり、ガス圧を高くしたりする必要がないことから、そのためのコンプレッサあるいはブロア等による電力消費を抑えて、システム全体のエネルギー効率を向上することができる。といった副次的な効果も奏する。

【0033】ところで、この実施例では、カソード12の実反応面積はアノード13の実反応面積より大きくなることを説明したが、どの程度大きくなるかを前述した

アンモニアガス拡散法により調べた。その結果、電極面積が $144 [\text{cm}^2]$ としたとき、アノード113側では、山幅、谷幅が共に $1.0 [\text{mm}]$ のストレート溝が形成されていることから、実反応面積は、 $100 [\text{cm}^2]$ （電極利用率として換算すると $69 [\%]$ ）となり、カソード112側では、山幅が $0.5 [\text{mm}]$ 、谷幅が $1.5 [\text{mm}]$ のストレート溝が形成されていることから、実反応面積は、 $137 [\text{cm}^2]$ （電極利用率として換算すると $95 [\%]$ ）となる。従って、この実際の測定結果からもカソード112の実反応面積はアノード113の実反応面積よりかなり大きくなることが判明した。

【0034】本発明の第2実施例について、次に説明する。この第2実施例は、第1実施例の燃料電池110とほぼ同じ構成の燃料電池に関するもので、第1実施例と比較して、集電体に形成される酸素含有ガス流路の方向が相違する。即ち、第1実施例では、酸素含有ガス流路117aの向きと水素含有ガス流路117bとの向きが平行となるように構成されていたが、この第2実施例では、酸素含有ガス流路の向きと水素含有ガス流路の向きが互いに直交するように構成されている。

【0035】図5は、第2実施例としての燃料電池110の単一セルを示す構造図である。図5に示すように、アノード113側に接合される集電体115には、図中x方向に延びる水素含有ガス流路117bが形成されており、カソード112側に接合される集電体115には、図中y方向に延びる酸素含有ガス流路117aが形成されている。即ち、この第2実施例の燃料電池110は、第1実施例の燃料電池110においてカソード112側の集電体115を図中y軸を中心に右回りに90度回転した構成とすることにより、酸素含有ガス流路117aの向きと水素含有ガス流路117bの向きとが互いに直交するように構成したものである。

【0036】図6は、燃料電池110における酸素含有ガス流路117aと水素含有ガス流路117bとの相対的な位置関係を示す説明図である。この図において、ハッチング部分は、酸素含有ガス流路117aの山部のカソード表面との接合部分を示し、ハッチングのない部分は、水素含有ガス流路117bの山部のアノード表面との接合部分を示す。この図からも、酸素含有ガス流路117aと水素含有ガス流路117bとは、その向きが直交していることがわかる。しかも、この図に示すように、第1実施例と同様に、酸素含有ガス流路117aの山幅 $W_{ma}$ は、水素含有ガス流路117bの山幅 $W_{mb}$ よりも狭くなっている。

【0037】以上説明したように、この第2実施例の燃料電池110では、カソード112側の酸素含有ガス流路117aの山幅 $W_{ma}$ が、アノード113側の水素含有ガス流路117bの山幅 $W_{mb}$ よりも狭く構成されていることから、酸素含有ガス流路117a側ではガス拡

散性の悪い山部を狭くして、水素含有ガス流路117b側よりも酸素含有ガス流路117a側でのガス拡散性を高めることができる。これによりカソード112の実反応面積をアノード113の実反応面積よりも大きくすることができる。

【0038】従って、この第2実施例の燃料電池110では、第1実施例と同様に、高電流密度領域における燃料電池の出力電圧の低下を防止することができ、また、高電流密度領域における特別の電力消費を抑えて、システム全体のエネルギー効率を向上することもできる。

【0039】前述した第1実施例の別態様の実施例について、次に説明する。この実施例は、第1実施例の燃料電池110とほぼ同じ構成であり、第1実施例と比較して相違する点は、図7に示すように、一つの集電体215に、酸素含有ガス流路217aと水素含有ガス流路217bとの双方が形成されており、2つの接合体220A、220Bの間を一つの集電体215で連結している点が相違する。なお、第1実施例と同様に、酸素含有ガス流路217aの山幅 $W_{ma}$ は、水素含有ガス流路217bの山幅 $W_{mb}$ よりも狭くなっている。このため、この別態様の実施例においても、第1実施例および第2実施例と同様な効果を奏する。

【0040】なお、この別態様に替えて、一つの集電体に、酸素含有ガス流路と水素含有ガス流路との双方を形成するとともに、第2実施例と同様に、酸素含有ガス流路と水素含有ガス流路との向きを互いに直交する構成としてもよい。

【0041】本発明の第3実施例について、次に説明する。この第3実施例は、第1実施例の燃料電池110とほぼ同じ構成の燃料電池に関するもので、第1実施例と比較して、集電体の形状が相違する。この第3実施例の集電体は複数の凸部によりガス流路を構成するもので、図8はその集電体の平面図である。図8に示すように、集電体315は8角形の板状部材として形成されており、集電体115の8つの辺のうち4つの斜辺の縁付近には、その辺に沿って細長い孔321、323および孔325、327が形成されている。この孔321、323および孔325、327は、積層した際、燃料電池を積層方向に貫通する2つの水素含有ガスの給排流路および2つの酸素含有ガスの給排流路を形成する。集電体315の積層面的一方（図8の表示面）の孔321と孔323との間には、図示するように、外縁の平面より一段下がった段差面331が形成されており、この段差面331には、規則正しく配列された1辺が $1 [\text{mm}]$ の立方体のリブ（凸部）333が複数形成されている。

【0042】この立方体のリブ333は、水平方向と鉛直方向とに格子状に配列されており、こうしたリブ333と、段差面331およびガス拡散電極の表面とで酸素含有ガスの流路を形成する。

【0043】また、集電体315の積層面の他方（図8

の裏面)の孔325と孔327との間にも、孔321と孔323との間に形成された段差面331およびリブ333と同一形状の段差面およびリブ(343:図9)が形成されている。この段差面、リブおよびガス拡散電極の表面とで水素含有ガスの流路を形成する。

【0044】図9は、この集電体315における酸素含有ガス流路と水素含有ガス流路との相対的な位置関係を示す説明図である。この図において、ハッチング部分は、酸素含有ガス流路を構成するリブ333のカソード表面との接合部分を示し、ハッチングのない部分(ハッチング部分を含む)は、水素含有ガス流路を構成するリブ343のアノード表面との接合部分を示す。この図に示すように、リブ333で構成される酸素含有ガス流路の山幅 $W_m a$ は、リブ343で構成される水素含有ガス流路の山幅 $W_m b$ よりも狭くなっている。なお、具体的には、酸素含有ガス流路の山幅 $W_m a$ は0.5 [mm]、その谷幅 $W_g a$ は1.5 [mm]となっており、一方、水素含有ガス流路の山幅 $W_m b$ は1.0 [mm]、その谷幅 $W_g b$ は1.0 [mm]である。

【0045】こうした構成の集電体315を備える燃料電池では、リブ333で構成される酸素含有ガス流路の山幅 $W_m a$ は、リブ343で構成される水素含有ガス流路の山幅 $W_m b$ よりも狭くなっていることから、酸素含有ガス流路側ではガス拡散性の悪い山部を狭くして、水素含有ガス流路側よりも酸素含有ガス流路側でのガス拡散性を高めることができる。これによりカソードの実反応面積をアノードの実反応面積よりも大きくすることができる。

【0046】従って、この第3実施例の燃料電池では、第1および第2実施例と同様に、高電流密度領域における燃料電池の出力電圧の低下を防止することができ、また、高電流密度領域における特別の電力消費を抑えて、システム全体のエネルギー効率を向上することもできる。また、複数の凸部により流路を構成することにより、電極面とのガスの接触面積を大きくして、燃料電池のエネルギー変換効率を高めることができ、さらには、前記式(1)に示した反応による生成水や外部から供給した加湿水の排出を容易化することができる。

【0047】前述した第2実施例の燃料電池110および第3実施例の燃料電池を従来例と比較評価したので、次に説明する。比較する従来例の燃料電池は、第2実施例のようなストレート溝のタイプで、集電体の水素含有ガスの流路および酸素含有ガスの流路共、山幅1 [mm]、谷幅1 [mm]のもの(以下、第1従来例と呼ぶ)と、山幅0.5 [mm]、谷幅1.5 [mm]のもの(以下、第2従来例と呼ぶ)である。

【0048】これら燃料電池を運転温度80 [°C]で運転したときの電流密度と電圧との関係を調べ、その結果を図10に示した。図10から明らかなように、1点鎖線で示した第2実施例の燃料電池110および実線で示

した第3実施例の燃料電池では、測定範囲の総ての電流密度に亘って比較例としての第1従来例の燃料電池(2点鎖線で示す)および第2従来例の燃料電池(破線で示す)よりその特性が優れ、特に、電流密度が0.5 [A/cm<sup>2</sup>]以上の高電流密度領域では、その差が顕著である。即ち、第1および第2実施例では、酸素含有ガス流路の山幅が水素含有ガス流路の山幅よりも狭くなっていることから、酸素含有ガス流路側でのガス拡散性を高めることができることから、図10から明らかなように、高い電池性能を得ることができた。

【0049】第2実施例の燃料電池110および第3実施例の燃料電池を運転温度80 [°C]で運転したときの電圧と保持時間との関係を図11に示した。図11から明らかなように、1点鎖線で示した第2実施例の燃料電池110および実線で示した第3実施例の燃料電池は、2点鎖線で示した第1従来例の燃料電池および破線で示した第2従来例の燃料電池に比して、安定して高い電圧を長時間維持することが認められた。

【0050】本発明の第4実施例について、次に説明する。この第4実施例は、図7で示した実施例の変形例であり、その図7の実施例と比較して集電体の形状が相違する。図12は、その第4実施例としての燃料電池410のセル構造を示す構造図であり、図13は、その燃料電池410に備えられる集電体415の斜視図である。

【0051】両図に示すように、この第4実施例の燃料電池410は、一つの集電体415に、酸素含有ガス流路417aと水素含有ガス流路417bとの双方が形成されており、しかも、その集電体415は、両ガス流路の内の一方側の谷部に他方側の山部が互いに内在するように、前記両ガス流路は配置されたものである。即ち、この集電体415は、平板を矩形的凹凸を交互に繰り返すように変形した構成である。なお、この集電体415に形成される酸素含有ガス流路417aの山幅 $W_m a$ は、これまでの実施例と同様に、水素含有ガス流路417bの山幅 $W_m b$ よりも狭くなっている。

【0052】こうした構成の燃料電池410の集電体415の製造方法について、次に詳しく説明する。なお、集電体415は、次のようにして製造された熱膨張黒鉛の粉末を材料として製造される。天然の鱗片状の黒鉛粉末を用意し、この黒鉛粉末を濃硫酸や濃硝酸および混酸などに浸して、黒鉛粉末を湿式酸化させる。その後、この黒鉛粉末を900 [°C]以上の高温で急速加熱すると、黒鉛の結晶構造における層間の距離が50~500倍に膨張して、熱膨張黒鉛の粉末が形成される。この熱膨張黒鉛粉末を材料として集電体415が製造される。

【0053】集電体415を製造するに際し、まず、図14に示す、外枠501と上型503と下型505とからなるプレス治具500を用意し、このプレス治具500内に熱膨張黒鉛粉末Cを入れる。このプレス治具500の上型503および下型505には、ストレートの複

数の凸部503L, 505Lが形成されており、両凸部503L, 505Lの相対的な水平方向の位置関係は、一方側の型503(505)に形成された凸部503L(505L)間の谷部に、他方側の型505(503)に形成されたストレート溝505L(503L)の凸部が相対的に位置するような関係である。

【0054】次いで、このプレス治具500の上型503に鉛直下方の荷重を掛ける(下型505は固定)ことにより、熱膨張黒鉛粉末Cを押圧圧縮する。なお、ここで、上型503を押圧する圧力は1.0[tan/cm<sup>2</sup>]とした。この結果、前述した構成の集電体415が製造される。

【0055】以上詳述したように、この第4実施例の燃料電池410では、酸素含有ガス流路417aの山幅Wmaが、水素含有ガス流路417bの山幅Wmbよりも狭く構成されていることから、酸素含有ガス流路417a側ではガス拡散性の悪い山部を狭くして、水素含有ガス流路417b側よりも酸素含有ガス流路417a側でのガス拡散性を高めることができる。これによりカソード412の実反応面積を413の実反応面積よりも大きくすることができる。

【0056】従って、この第4実施例の燃料電池410では、これまでの実施例と同様に、高電流密度領域における燃料電池の出力電圧の低下を防止することができ、また、高電流密度領域における特別の電力消費を抑えて、システム全体のエネルギー効率を向上することもできる。さらに、この燃料電池410の集電体415は、酸素含有ガス流路417aおよび水素含有ガス流路417bの内の一方側の谷部に他方側の山部が互いに内在するように、両ガス流路417a, 417bが形成されていることから、集電体415の厚さを薄くすることができ、この結果、燃料電池410のスタックのコンパクト化を図ることができる。

【0057】さらにまた、集電体415をプレス治具500を用いて押圧成形により製作することにより、熱膨張黒鉛粉末の充填性を向上することができる。従って、この集電体415によれば、高バックング化を図ることが容易となり、また、高強度を確保することができ、しかもガスセパレータとしての機能を損なうことがない。

【0058】前述した第1ないし第4実施例では、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaを0.5[mm]、水素含有ガス流路17bの山幅Wmbを1.0[mm]としていたが、これらの値は必ずしもこれに限る必要はなく、要は、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaを、水素含有ガス流路17bの山幅Wmbよりも狭い構成とすればよい。なお、ガスの拡散性の効率を考えたとき、酸素含有ガス流路17aの山幅Wmaは、好ましくは1[mm]以下とすることが望ましい。

【0059】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではない

く、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし3記載の燃料電池では、流路形成部材のガス流路におけるガス拡散性を、水素含有ガスの流路側よりも酸素含有ガスの流路側で高めることができる。これにより、高電流密度領域において、酸素含有ガスの拡散が乏しくなって出力電圧の低下を起こす問題の発生を防止することができる。また、出力電圧の低下を防止することができることから、従来のように、理論ガス流量より実ガス流量を大きくしたり、ガス圧を高くしたりする必要がないことから、そのための駆動手段による電力消費を抑えて、システム全体のエネルギー効率を向上することができる。

【0061】また、請求項2記載の燃料電池では、ガスの流路が複数の凸状部材の配列により形成されていることから、電極面とのガスの接触面積を高めることができ、さらには、電極で発生した生成水や供給した加湿水の排出を容易化することができる。

【0062】請求項3記載の燃料電池によれば、流路形成部材の厚さを薄くすることができ、その結果、スタック全体をコンパクトにすることができる。

【0063】請求項4記載の流路形成部材の製造方法によれば、充填性の高い流路形成部材を製造することができる。このため、その流路形成部材を使用することで、高バックング化および高強度化を図ることができ、また、ガス不透過性の機能を損なうことがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例としての燃料電池10の単一セルを示す構造図である。

【図2】その単一セルの正面図である。

【図3】燃料電池10における酸素含有ガス流路17aと水素含有ガス流路17bとの相対的な位置関係を示す説明図である。

【図4】アンモニアガス拡散法により調べたガス流路の拡散性を示す説明図である。

【図5】本発明の第2実施例としての燃料電池110の単一セルを示す構造図である。

【図6】燃料電池110における酸素含有ガス流路117aと水素含有ガス流路117bとの相対的な位置関係を示す説明図である。

【図7】第1実施例の別態様としての燃料電池のセル構造を示す構造図である。

【図8】第3実施例の燃料電池に備えられる集電体315の平面図である。

【図9】集電体315における酸素含有ガス流路と水素含有ガス流路との相対的な位置関係を示す説明図である。

【図10】第2および第3実施例の燃料電池と従来例の燃料電池における電圧と電流密度との関係を示したグラ



フである。

【図11】第2および第3実施例の燃料電池と従来例の燃料電池における電圧と保持時間との関係を示したグラフである。

【図12】本発明の第4実施例としての燃料電池410のセル構造を示す構造図である。

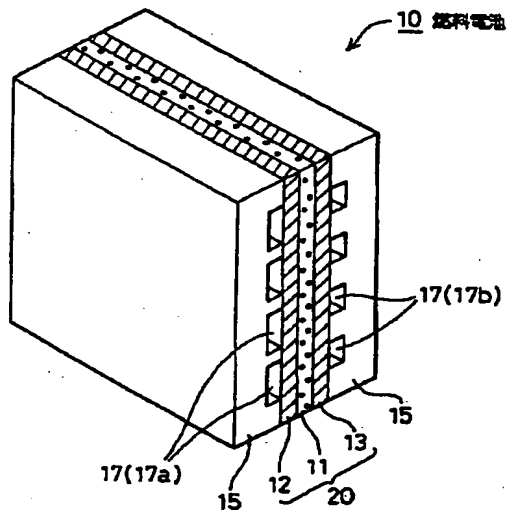
【図13】集電体415の斜視図である。

【図14】集電体415の製造に使用するプレス治具500の概略構成図である。

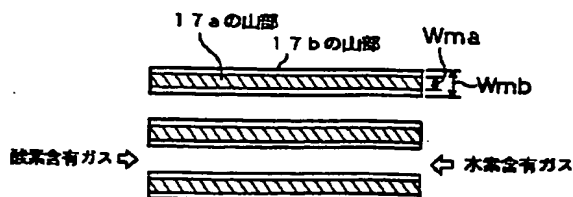
【符号の説明】

10…燃料電池  
11…電解質膜  
12…カソード  
13…アノード  
15…集電体  
17…ガス流路  
17a…酸素含有ガス流路  
17b…水素含有ガス流路  
20…接合体  
110…燃料電池  
112…カソード

【図1】



【図3】

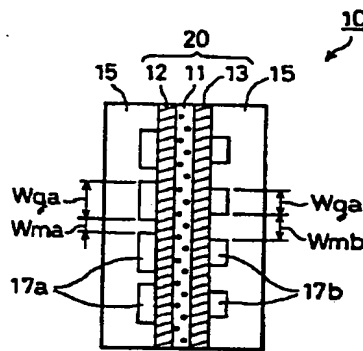


10

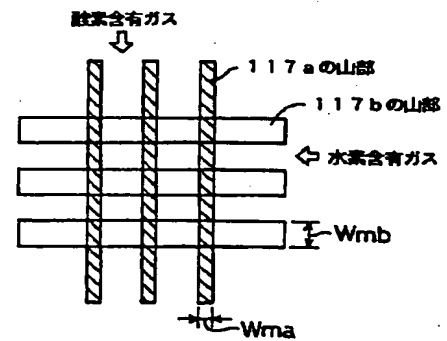
113…アノード  
115…集電体  
117a…酸素含有ガス流路  
117b…水素含有ガス流路  
215…集電体  
217a…酸素含有ガス流路  
217b…水素含有ガス流路  
220A, 220B…接合体  
315…集電体  
331…段差面  
333…リブ  
343…リブ  
410…燃料電池  
412…カソード  
415…集電体  
417a…酸素含有ガス流路  
417b…水素含有ガス流路  
500…プレス治具  
501…外枠  
503…上型  
505…下型

20

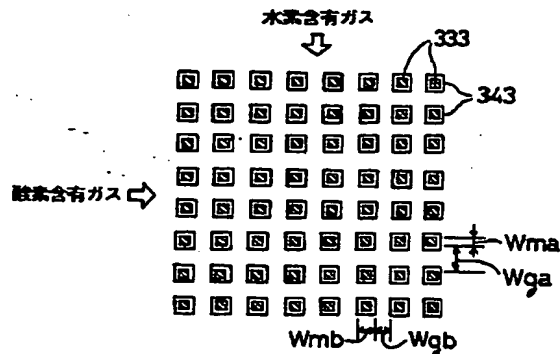
【図2】



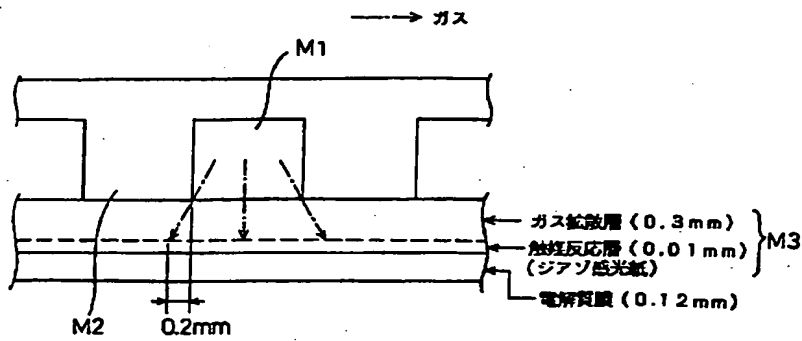
【図6】



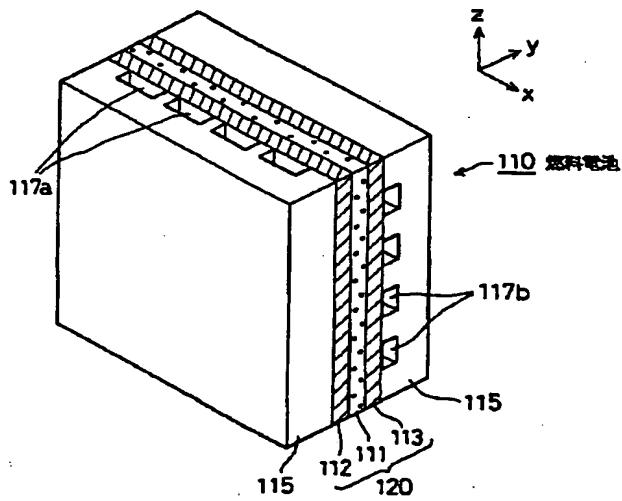
【図9】



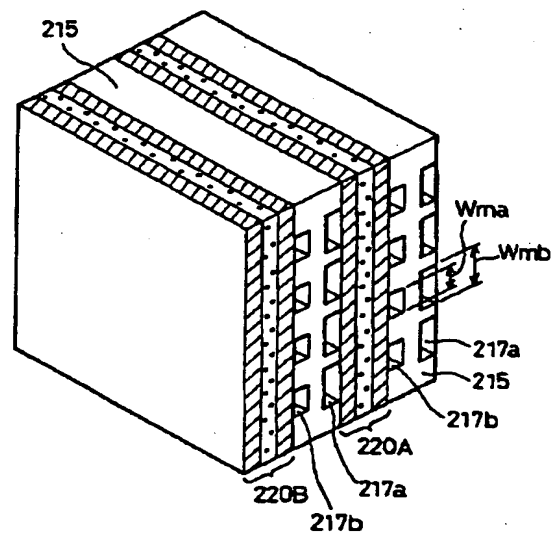
【図4】



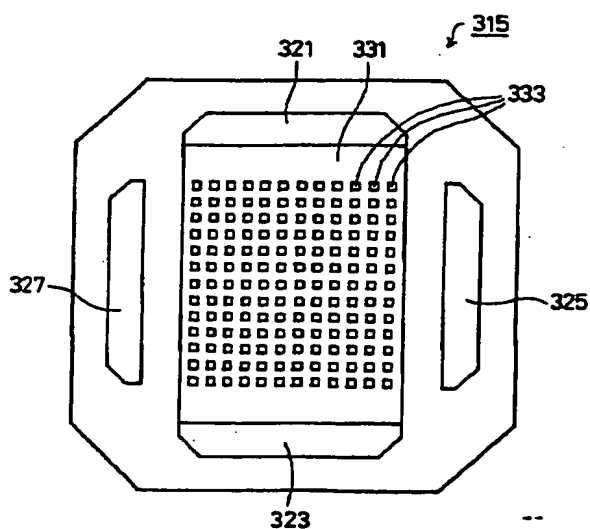
【図5】



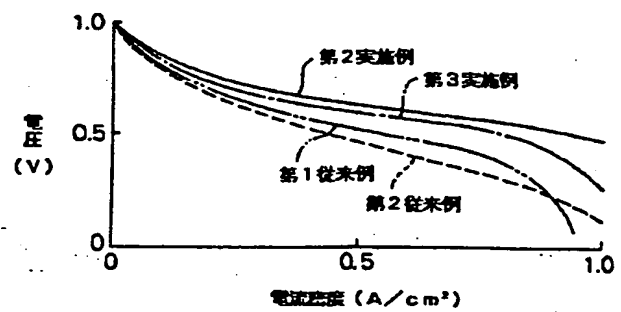
【図7】



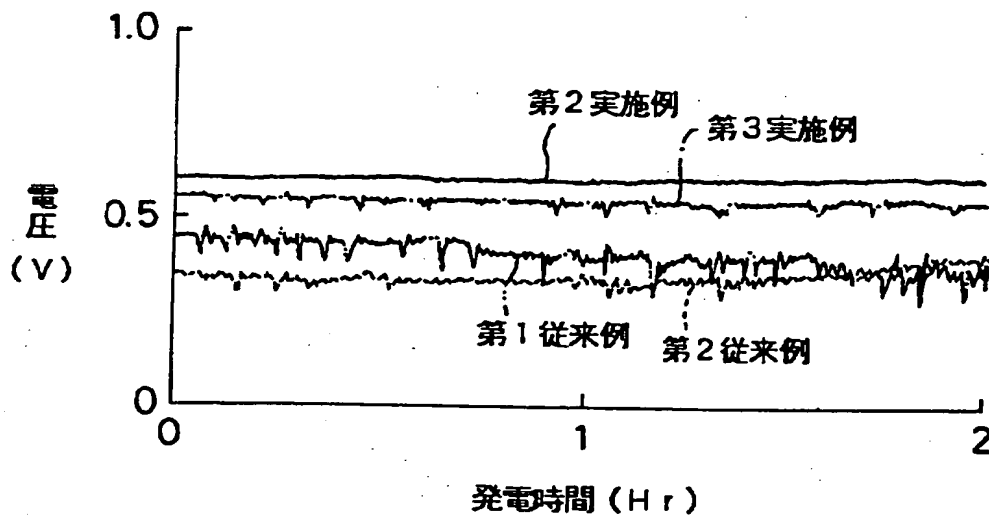
【図8】



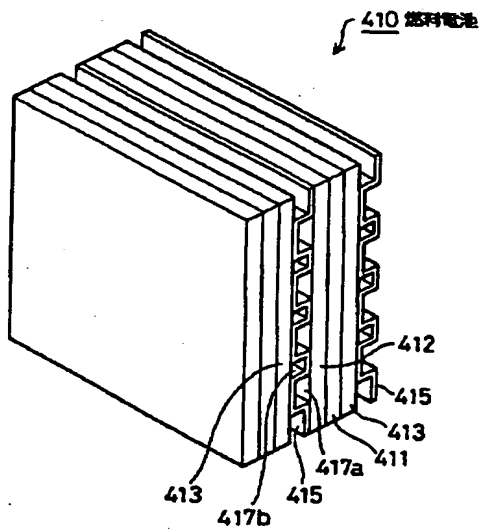
【図10】



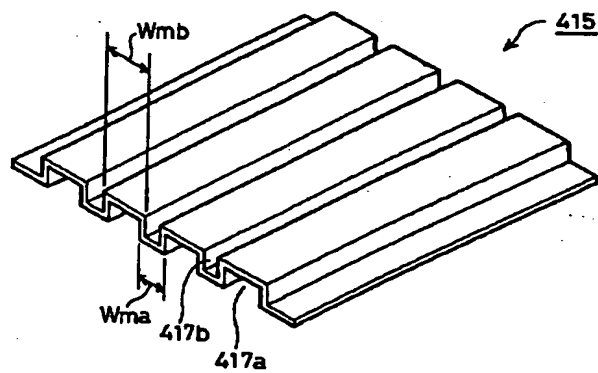
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

